

QUASI-OPTIMAL SYMBOL-BASED
TURBO CODE DECODING ALGORITHM

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проаналізовано особливості квазіоптимального посимвольного декодування завадостійких згорткових турбо-кодів.

Ключові слова: завадостійке кодування, турбо-код, декодування, кодек, квазіоптимальне.

Abstract

This paper analyzes the features of quasi-optimal character-wise decoding of convolutional turbo-codes.

Keywords: error-correcting coding, turbo-code, decoding, codec, quasi-optimal.

Introduction

One of the main and most promising directions in the development of the theory of error-correcting coding is information protection based on parallel cascade constructions of convolutional codes or turbo codes. When working with the code under consideration, the problem of its decoding arises, and, accordingly, the implementation of this procedure. All algorithms for decoding turbo-like codes can be interpreted as an implementation of a technique known as exchange probabilistic algorithms [1, 2]. The *aim* of the work is to develop an algorithm for quasi-optimal symbol-by-symbol decoding of error-correcting convolutional turbo codes.

Research results

The optimal symbol-by-symbol method for decoding turbo codes is the MAP algorithm. It allows achieving the minimum possible bit error rate at a low signal-to-noise ratio E_b/N_0 , but is not used in practice because of its high computational complexity. The log-MAP algorithm and its suboptimal modifications are used. The log-MAP algorithm is equivalent to MAP, operates in the logarithmic domain, and has lower computational complexity. It uses the Jacobian logarithm for two components, which is given in the following form with the correction function f_{cor} [3, 4]:

$$f(x, y) = \ln(\exp(x) + \exp(y)) = \max(x, y) + \ln(1 + \exp(-|x - y|)) = \max(x, y) + f_{cor}(z), \quad z = |x - y|. \quad (1)$$

A popular modification of the MAP algorithm called max-log-MAP has lower computational complexity because it does not use a correction component [5]:

$$f(x, y) = \ln(\exp(x) + \exp(y)) \approx \max(x, y). \quad (2)$$

To save time, simplify, and speed up calculations, an approximation is used for the f_{cor} function, for example [3]:

$$f_{cor}(z) = \begin{cases} -0,3792 \cdot z + 0,6754, & \text{if } z \in [0; 1); \\ -0,2229 \cdot z + 0,5327, & \text{if } z \in [1; 1,5); \\ -0,1483 \cdot z + 0,4213, & \text{if } z \in [1,5; 2); \\ -0,0773 \cdot z + 0,2758, & \text{if } z \in [2; 3); \\ -0,0300 \cdot z + 0,1362, & \text{if } z \in [3; 4); \\ +0,0100, & \text{if } z \in (4; \infty). \end{cases} \quad (3)$$

Conclusions

A quasi-optimal turbo decoder that uses the log-MAP decoding algorithm with a piecewise linear correction function and max-log-MAP algorithm slightly reduces the efficiency of the system, but at the same time reduces the computational complexity of data decoding.

REFERENCES

1. Channel Coding: Theory, Algorithms, and Applications / D. Declercq et al. Academic Press Library in Mobile and Wireless Communications, 2014. 690 p.
2. Kovtun V., Ivanov Yu. Crypto Coding System Based on the Turbo Codes with Secret Keys. *ICT Express*. 2024. pp. 330–335.
3. Особливості оцінювання параметрів процесу передавання даних із використанням турбо-кодів / Р.Н. Кветний, Ю.Ю. Іванов, С.Г. Кривоғубченко, О.В. Стукач. *Метрологія та прилади*. 2017. № 3. С. 25–32.
4. Ivanov Yu.Yu., Batunin M.G., Maloshtan T.V. Parallel Strategies of Swarm Optimization Algorithms for Solving Turbo-like Codes Decoding Task. *Міжнародна науково-практична конференція “Сучасна наука: проблеми, перспективи, інновації”*. Тампере, 2024. С. 44-45.
5. Зайцев С.В. Модифікований алгоритм декодування турбокодів log-MAP з урахуванням впливу навмисних завад. *Математичні машини і системи*. 2015. № 4. С. 70–79.

Малоштан Тимофій Вікторович — аспірант кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Іванов Юрій Юрійович — канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Yura881990@i.ua.

Maloshtan Tymofii V. — postgraduate student, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Ivanov Yuriy Yu. — Cand. Sc. (Eng), Docent of Automation and Intelligent Information Technologies department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Yura881990@i.ua.